

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-94906

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成2年(1990)4月5日

H 01 Q 13/16
21/067741-5 J
7402-5 J

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 スロットアンテナ

⑰ 特 願 昭63-246360

⑱ 出 願 昭63(1988)9月30日

⑲ 発 明 者 中 原 新 太 郎 神奈川県鎌倉市大船5丁目1番1号 三菱電機株式会社情報電子研究所内

⑲ 発 明 者 蛭 子 井 貴 神奈川県鎌倉市大船5丁目1番1号 三菱電機株式会社情報電子研究所内

⑲ 発 明 者 松 永 誠 神奈川県鎌倉市大船5丁目1番1号 三菱電機株式会社情報電子研究所内

⑳ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

㉑ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

スロットアンテナ

2. 特許請求の範囲

平行な第1の表面と第2の表面を有する誘電体基板の上記第1の表面に、環状のスロットを備えた地導体板が、上記第2の表面にストリップ線路がそれぞれ設けられ、直交する2つの直線偏波あるいは円偏波で励振されるスロットアンテナにおいて、上記スロットが、上記誘電体基板の第1、第2の表面にともに直交し互に直交する第1、第2の2つの対称面に対して対称な形状を有し、上記ストリップ線路が、第1、第2の2本のストリップ線路と、第1、第2の2本の無給電ストリップ線路で構成され、上記第1のストリップ線路と上記第1の無給電ストリップ線路を、上記第1の対称面と上記第2の表面の交線上で上記スロットと交差する位置に設け、上記第2のストリップ線路と上記第2の無給電ストリップ線路を、上記第2の対称面と上記第2の表面の交線上で上記スロ

ットと交差する位置に設けたことを特徴とするスロットアンテナ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、衛星放送受信、レーダー用アレーアンテナ等の放射素子として用いられるスロットアンテナに関するものである。

〔従来の技術〕

第3図は、例えばカナダ文献 I. J. Bahl, P. Bhartia "MICROSTRIP ANTENNAS", Artech House pp.238-242 (1980) に記載の従来のスロットアンテナを示す斜視図であり、(1)は誘電体基板、(2)は誘電体基板(1)の1表面(以下第1の表面という) Q₁ に設けられた地導体板、(3)は地導体板(2)に設けられた円周が約1波長の円環状のスロット、(4)は誘電体基板(1)の他表面(以下第2の表面という) Q₂ に設けられたストリップ線路である。

上記構成において、ストリップ線路(4)にマイクロ波が給電されると、スロット(3)が励振され

て電波が放射される。また、入射された電波によりスロット(3)が励振され、ストリップ線路(4)にマイクロ波が出力される。

第4図は第3図に示した従来のスロットアンテナを直交2偏波あるいは円偏波で励振するよう構成したスロットアンテナを示す斜視図であり、(4a)及び(4b)は、誘電体基板(1)の第2の表面 Q_2 に、スロット(3)の中心から見て互に直交する方向に設けられた第1及び第2のストリップ線路である。

この構成においては、ストリップ線路(4a)、(4b)に同相のマイクロ波が給電されると、スロット(3)が直交2偏波で励振されて直線偏波の電波が放射される。ストリップ線路(4a)、(4b)に位相が 90° ずれたマイクロ波が給電されると、スロット(3)が円偏波で励振されて円偏波の電波が放射される。また、入射された直線偏波の電波によりスロット(3)が励振されると、ストリップ線路(4a)、(4b)に偏波面が直交した同相のマイクロ波が出力され、円偏波の電波が入射すると、ストリップ

線路(4a)、(4b)に偏波面が直交した位相が 90° ずれたマイクロ波が出力される。

〔発明が解決しようとする課題〕

第4図に示す従来のスロットアンテナは以上のように構成されているので、一方のストリップ線路(4a)から給電した時、他方のストリップ線路(4b)の影響で、スロットの電気長が変化するため、スロット(3)上の電界の最小点はストリップ線路(4b)と交差する点からずれ、スロット(3)とストリップ線路(4b)との間で結合が生じる。これにより、ストリップ線路(4a)と(4b)の間でスロットを介して結合を生じ、交差偏波識別度が劣化するという問題点があった。

この発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、スロットの中心から見て直交する方向に設けられた2本のストリップ線路間の結合を低減し、交差偏波識別度が良好なスロットアンテナを得ることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

この発明に係るスロットアンテナは、スロット

が、誘電体基板の第1、第2の表面にともに直交し互に直交する第1、第2の2つの対称面に対して対称な形状を有し、ストリップ線路が、第1、第2の2本のストリップ線路と、第1、第2の2本の無給電ストリップ線路で構成され、上記第1のストリップ線路と上記第1の無給電ストリップ線路を、上記第1の対称面と上記第2の表面の交線上で上記スロットと交差する位置に設け、上記第2のストリップ線路と上記第2の無給電ストリップ線路を、上記第2の対称面と上記第2の表面の交線上で上記スロットと交差する位置に設けたものである。

〔作用〕

この発明におけるスロットアンテナは、無給電ストリップ線路により、スロットの電気長が変えられ、スロットの中心から見て直交する方向に設けられた2本のストリップ線路の内、第1のストリップ線路によって励振されたスロット上の電界が第2のストリップ線路と交差する点で最小となり、かつ、第2のストリップ線路によって励振さ

れるスロット上の電界が第1のストリップ線路と交差する点で最小となり、2本のストリップ線路間の結合が低減する。

〔実施例〕

以下、この発明の一実施例を図によって説明する。第1図(a)、(b)はこの発明の一実施例の概略構成を示す斜視図及び平面図である。図において、(1)は誘電体基板、(2)は誘電体基板(1)の第1の表面 Q_1 に設けられた地導体板、(3)は地導体板(2)に設けられたスロットで、直交する2つの第1、第2の対称面 P_1 、 P_2 に対して対称な円環状をなし、その円周は約1波長である。(4a)、(4b)はストリップ線路、(5a)、(5b)は無給電ストリップ線路で、ともに誘電体基板(1)の第2の表面 Q_2 に設けられ、ストリップ線路(4a)と無給電ストリップ線路(5a)は第1の対称面 P_1 との交線上で上記スロット(3)と交差する位置に、ストリップ線路(4b)と無給電線路(5b)は第2の対称面 P_2 との交線上でスロット(3)と交差する位置にそれぞれ設けられている。

次に、この実施例の動作について説明する。ストリップ線路(4b)及び無給電ストリップ線路(5a)、(5b)がない状態でストリップ線路(4a)に給電が行なわれると、スロット(3)上に電界が励起される。この時、スロット(3)上の電界は対称面 P_1 と交わる点で最大となり、対称面 P_2 と交わる点で最小となる。次に、これにストリップ線路(4b)を設けると、スロット(3)の電気長がストリップ線路(4b)と交差する点で変化するため、スロット(3)上の電界の最小点が対称面 P_2 と交わる点、すなわち、ストリップ線路(4b)と交差する点からずれ、ストリップ線路(4b)に電流が生じる。ここで、スロット(3)の中心をはさんでストリップ線路(4b)と反対側に、適当な長さと同軸を有する無給電ストリップ線路(5b)を設けると、ストリップ線路(4b)と交差する点と無給電ストリップ線路(5b)と交差する点におけるスロット(3)の電気長の変化が等しくなり、電界は対称面 P_2 と交わる点で最小となり、ストリップ線路(4b)に生じる電流が小さくなる。同様に、無給電ストリップ線路(5a)を設けること

により、ストリップ線路(4b)に給電が行なわれ時のストリップ線路(4a)に生じる電流が小さくなる。このようにして、ストリップ線路(4a)と(4b)の結合は低減し、交差偏波識別度が良好な直交2偏波又は円偏波励振のスロットアンテナを得ることができる。

第2図(a),(b)は、この発明の他の実施例の概略構成を示す斜視図及び平面図である。図において、(1a),(1b)は互に重合した第1、第2の誘電体基板、(2a)は誘電体基板(1a)の第1の表面 Q_1 に設けられた第1の地導体板、(2b)は誘電体基板(1b)の下面である第3の表面 Q_3 に設けられた第2の地導体板、(3)は第1の地導体板(2a)に設けられた円環状のスロット、(4a),(4b)はストリップ線路、(5a),(5b)は無給電ストリップ線路で、ともに第1、第2の誘電体基板(1a),(1b)の重合面である第2の表面 Q_2 に設けられ、第1図(a),(b)に示す実施例と同様に配置されている。

この実施例のスロットアンテナは、ストリップ線路(5a),(5b)をトリプレート線路として機能さ

せたものであり、無給電ストリップ線路(5a)、(5b)の動作の説明については上述の実施例とほぼ同じであるので省略する。

なお、上記の実施例ではスロットの形状を円形の環状とした場合について説明したが、方形の環状、楕円の環状等、2つの直交する対称面に対して対称な他の形状としても同様の効果を得ることができる。また、誘電体基板として空気層を用いストリップ線路をサスペンデッド線路としても同様の効果が得られる。

[発明の効果]

以上のように、この発明によれば、スロットが、誘電体基板の第1、第2の表面にともに直交し互に直交する第1、第2の2つの対称面に対して対称な形状を有し、ストリップ線路が、第1、第2の2本のストリップ線路と、第1、第2の2本の無給電ストリップ線路で構成され、上記第1のストリップ線路と上記第1の無給電ストリップ線路を、上記第1の対称面と上記第2の表面の交線上で上記スロットと交差する位置に設け、上記第2

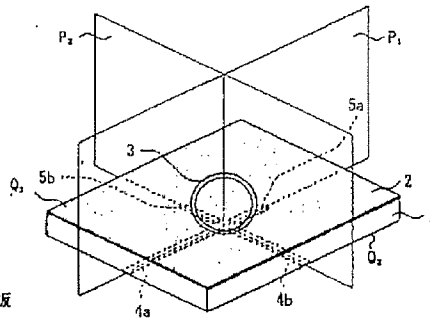
のストリップ線路と上記第2の無給電ストリップ線路を、上記第2の対称面と上記第2の表面の交線上で上記スロットと交差する位置に設けたので、上記スロットの電気長を調節することにより、第1、第2のストリップ線路間の結合が低減した。円偏波又は直交2偏波で励振した場合の交差偏波識別度の良好なスロットアンテナが得られる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図(a),(b)は、この発明の一実施例の概略構成を示す斜視図及び平面図、第2図(a),(b)は、この発明の他の実施例を示す斜視図及び平面図、第3図及び第4図は従来のスロットアンテナを示す斜視図である。

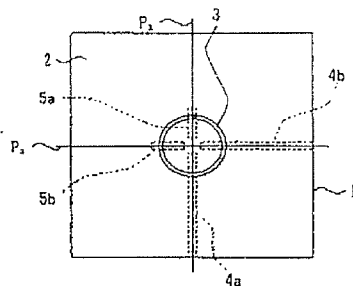
図において、(1),(1a),(1b)は誘電体基板、(2),(2a),(2b)は地導体板、(3)はスロット、(4),(4a),(4b)はストリップ線路、(5a),(5b)は無給電ストリップ線路、 Q_1 は第1の表面、 Q_2 は第2の表面、 P_1 は第1の対称面、 P_2 は第2の対称面である。図中、同一符号は同一又は相当部分を示す。

第 1 図
(a)

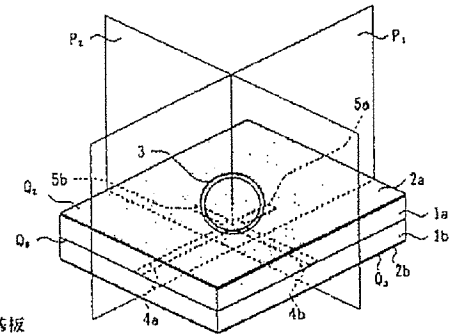


- 1:誘電体基板
2:地導体板
3:スロット
4a,4b:ストリップ線路
5a,5b:無給電ストリップ線路
Q1:第1の表面
Q2:第2の表面
P1:第1の対称面
P2:第2の対称面

(b)

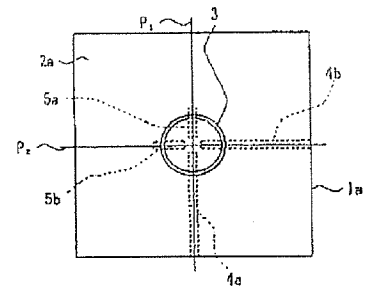


第 2 図
(a)

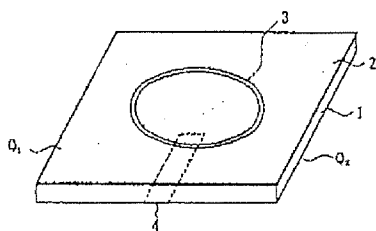


- 1a,1b:誘電体基板
2a,2b:地導体板

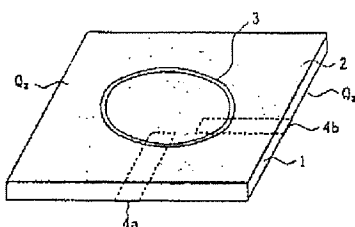
(b)



第 3 図



第 4 図



手 続 補 正 書 (自 発)

昭和 3 年 1 月 31 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 特願昭 63-246360号

2. 発明の名称 スロットアンテナ

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
名 称 (601)三菱電機株式会社
代表者 志 岐 守 哉

4. 代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
三菱電機株式会社内
氏 名 (7375)弁理士 大 岩 増 雄
(連絡先03(213)3421特許部)

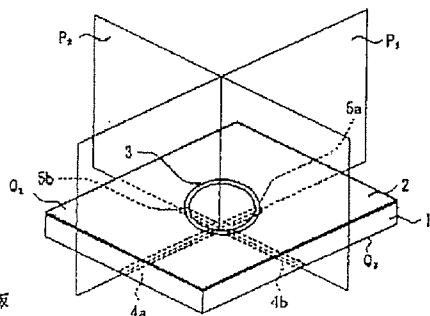
5. 補 正 の 対 象
図面第1図及び第2図

6. 補 正 の 内 容
図面第1図及び第2図を別紙のとおり訂正する。

以 上

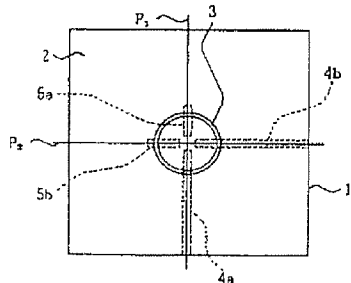
方 式 審 査

第 1 図
(a)

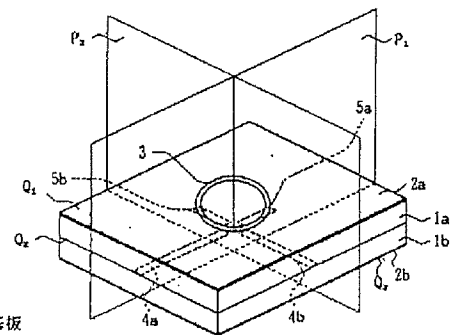


- 1: 誘電体基板
- 2: 地導体板
- 3: スロット
- 4a, 4b: ストリップ線路
- 5a, 5b: 無給電ストリップ線路
- Q₁: 第1の表面
- Q₂: 第2の表面
- P₁: 第1の対称面
- P₂: 第2の対称面

(b)

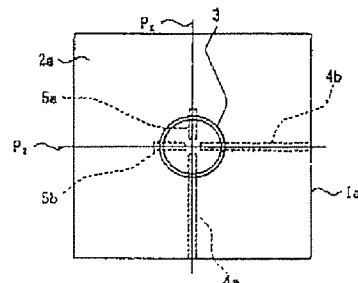


第 2 図
(a)



- 1a, 1b: 誘電体基板
- 2a, 2b: 地導体板

(b)



Japanese Kokai Patent Application No. Hei 2[1990]-94906

Job No.: 228-122381

Ref.: 2 Japanese patents/PF030121/Fideliz/Order Nos. 8968-8969

Translated from Japanese by the McElroy Translation Company

800-531-9977

customerservice@mcelroytranslation.com

(19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)
 (12) KOKAI TOKUHYO PATENT GAZETTE (A)

(11) PATENT APPLICATION PUBLICATION
 NO. HEI 2[1990]-94906

(51) Int. Cl. ⁵ :	Identification Codes	Sequence Nos. for Office Use:	(43) Publication Date April 5, 1990
H01Q 13/16		7741-5J	
21/06		7402-5J	

Examination Request: Not filed

No. of Claims: 1 (Total of 5 pages)

(54) [Title]	Slot Antenna	(21) Filing No.: Sho 63[1988]-246360 (22) Filing Date: September 30, 1988
(72) Inventor:	Shintaro Nakahara	Mitsubishi Electric Corporation Information Electronics Research Center 5-1-1 Ofune, Kanakura-shi Kanagawa-ken
(72) Inventor:	Takashi Hirukoi	Mitsubishi Electric Corporation Information Electronics Research Center 5-1-1 Ofune, Kanakura-shi Kanagawa-ken
(72) Inventor:	Makoto Matsunaga	Mitsubishi Electric Corporation Information Electronics Research Center 5-1-1 Ofune, Kanakura-shi Kanagawa-ken
(71) Applicant:	Mitsubishi Electric Corporation	2-2-3 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo
(74) Agents:	Masuo Oiwa, patent attorney	and 2 others

[The patent has been amended by replacing Figure 1 and Figure 2 on page 4 with those on page 5.]

Claim

Slot antenna, which has a dielectric substrate with parallel first and second surfaces, a ground conductor plate equipped with a circular slot provided on the aforementioned first surface and strip lines provided on the aforementioned second surface, and which is excited by two orthogonally oriented and linearly polarized waves or circularly polarized waves, the aforementioned slot having a shape that is symmetrical with respect to two—that is, a first and a second—symmetrical surfaces that are orthogonal with respect to each other and the aforementioned first and second surfaces of the dielectric substrate; the aforementioned strip lines are comprised of two—that is, a first and a second—strip lines, and two—that is, a first and a second—parasitic strip lines; the aforementioned first strip line and the aforementioned first parasitic strip line are provided at a position that intersects the aforementioned slot above the line of intersection of the aforementioned first symmetrical surface and the aforementioned second surface; the aforementioned second strip line and the aforementioned second parasitic strip line

are provided at a position that intersects the aforementioned slot above the line of intersection of the aforementioned second symmetrical surface and the aforementioned second surface.

Detailed explanation of the invention

Industrial application field

The present invention pertains to a slot antenna used as the radiating element of an array antenna for satellite broadcast reception or radar.

Prior art

Figure 3 is an oblique view showing a conventional slot described, for example, in the Canadian document I.J. Bahl, P. Bhartia "MICROSTRIP ANTENNAS," Artech House pp. 238-242 (1980); (1) is a dielectric substrate, (2) is a ground conductor plate provided on one surface (hereinafter, 'the first surface') Q_1 of dielectric substrate (1), (3) is a circular slot with a circumference of approximately one wavelength provided on ground conductor plate (2), and (4) is a strip line provided on the other surface (hereinafter, 'the second surface') Q_2 of dielectric substrate (1).

With the aforementioned configuration, when microwaves are applied to strip line (4), slot (3) is excited and radiowaves are emitted. In addition, slot (3) is excited by incident radiowaves, and microwaves are output to strip line (4).

Figure 4 is an oblique view showing the slot antenna shown in Figure 3 constructed as a slot antenna excited by two-compartment orthogonal polarized waves or circularly polarized waves: (4a) and (4b) are first and second strip lines provided on second surface Q_2 of dielectric substrate (1) in a direction such that they bisect each other at right angles when viewed from the center of slot (3).

With this configuration, when microwaves of the same phase are applied to strip lines (4a), (4b), slot (3) is excited with two-compartment orthogonally polarized radiowaves and then emits linearly polarized radiowaves. When microwaves with a phase difference of 90° are applied to strip lines (4a), (4b), slot (3) is excited by a circularly polarized wave, and circularly polarized radiowaves are emitted. Furthermore, when slot (3) is excited by incident linearly polarized radiowaves, microwaves of the same phase whose polarized wave surfaces bisect each other are output to strip lines (4a), (4b), and when circularly polarized radiowaves are incident, microwaves having a phase difference of 90° and whose polarized wave surfaces bisect each other are output to strip lines (4a), (4b).

Problem to be solved by the invention

The conventional slot antenna shown in Figure 4 has the aforementioned construction, so, when power is fed from one strip line (4a), the electrical length of the slot changes due to the influence of the other strip line (4b); therefore, the smallest point of the electrical field above slot (3) deviates from the point where it intersects strip line (4b), and a connection occurs between slot (3) and strip line (4b). Consequently, there is a problem in that a connection occurs between strip lines (4a) and (4b) through the slot, and the degree of cross polarization discrimination deteriorates.

The present invention was devised to solve the aforementioned problem, and its objective is to obtain a slot antenna with an excellent degree of cross polarization discrimination by reducing the connection between two strip lines provided orthogonally when viewed from the center of the slot.

Means to solve the problem

The slot antenna according to the present invention is one for which the slot has a shape that is symmetrical with respect to two—that is, a first and a second—symmetrical surfaces that are orthogonal with respect to each other and first and second surfaces of a dielectric substrate; the strip lines are comprised of two—that is, a first and a second—strip lines, and two—that is, a first and a second—parasitic strip lines; the aforementioned first strip line and the aforementioned first parasitic strip line are provided at a position that intersects the aforementioned slot above the line of intersection of the aforementioned first symmetrical surface and the aforementioned second surface; the aforementioned second strip line and the aforementioned second parasitic strip line are provided at a position that intersects the aforementioned slot above the line of intersection of the aforementioned second symmetrical surface and the aforementioned second surface.

Operation

The slot antenna according to the present invention changes the electrical length of the slot by means of the parasitic strip lines: of the two strip lines that are provided orthogonally when viewed from the center of the slot, the electrical field above the slot excited by the first strip line is minimized at the point where it intersects the second strip line, and the electrical field above the slot excited by the second strip line is minimized at the point where it intersects the first strip line, so the connection between the two strip lines is reduced.

Application examples

In the following, an application example of the present invention will be explained with reference to the figures. Figure 1(a), (b) are an oblique view and a plan view showing the overall configuration of one example of the present invention. In the figure, (1) is a dielectric substrate; (2) is a ground conductor plate provided on a first surface Q_1 of dielectric substrate (1), (3) is a circular slot provided in ground conductor plate (2), having a shape that is symmetrical with respect to two—that is, a first and a second—orthogonal and symmetrical surfaces P_1 , P_2 , and having a circumference that is approximately one wavelength. In addition, (4a) and (4b) are strip lines, and (5a) and (5b) are parasitic strip lines, provided together on a second surface Q_2 of dielectric substrate (1), with strip line (4a) and parasitic strip line (5a) at a position that intersects the aforementioned slot (3) above the line of their intersection with first symmetrical surface P_1 , and strip line (4b) and parasitic strip line (5b) at a position that intersects slot (3) above the line of their intersection with second symmetrical surface P_2 .

Next, the operation of this application example will be explained. When power is supplied to strip line (4a) when strip line (4b) and parasitic strip lines (5a), (5b) are not present, an electrical field is generated above slot (3). At this time, the electrical field above slot (3) is at its maximum at the point where it crosses symmetrical surface P_1 and at its minimum where it crosses symmetrical surface P_2 . Next, when strip line (4b) is provided, the electrical length of slot (3) changes at the point where it intersects strip line (4b), so that the minimum point of the electrical field above slot (3) deviates from the point where it crosses symmetrical surface P_2 —that is, the point where it intersects strip line (4b)—and current is generated in strip line (4b). Here, when parasitic strip line (5b) of an appropriate length and width is provided opposite strip line (4b) such that slot (3) is between them, the change in the electrical length of slot (3) becomes identical at the point where it intersects strip line (4b) and parasitic strip line (5b); the electrical field is then minimal at the point where it crosses symmetrical surface P_2 , and the current generated in strip line (4b) is minimized. In the same manner, when a parasitic strip line (5a) is provided and power is supplied to strip line (4b), the current generated in strip line (4a) is minimized. Thus, the connection between strip lines (4a) and (4b) is reduced and a two-component orthogonally polarized or circularly polarized slot antenna having an excellent degree of cross polarization discrimination can be obtained.

Figure 2(a) and (b) are an oblique view and a plan view showing the overall configuration of another application example of the present invention. In the figure, (1a), (1b) are overlapping the first and second dielectric substrates; (2a) is a first ground conductor plate provided on a first surface Q_1 of dielectric substrate (1a); (2b) is a second ground conductor plate provided on a third surface Q_3 , which is the underside of dielectric substrate (1b); (3) is a circular slot provided on first ground conductor plate (2a); (4a), (4b) are strip lines and (5a), (5b) are

parasitic strip lines, provided together on a second surface Q_2 , which is a surface where first and second dielectric substrates (1a), (1b) overlap, with said lines being arranged in a manner identical to the application example shown in Figure 1(a), (b).

With the slot antenna of the present application example strip lines (5a), (5b) [sic; (4a), (4b)] function as triplet lines, and the operation of parasitic strip lines (5a), (5b), being virtually identical to that explained in the aforementioned application example, is omitted.

It should be noted that, in the explanation of the aforementioned application examples, the slot was circular in shape; however, an identical effect can be obtained for other shapes such as a quadrate circle or an oval, which are symmetrical with respect to two orthogonal and symmetrical surfaces. Furthermore, an identical effect can be obtained when an air layer is used as the dielectric substrate and the strip lines are suspended lines.

Effect of the invention

As in the above, by means of the present invention, the slot has a shape that is symmetrical with respect to two—that is, a first and a second—symmetrical surfaces that are orthogonal with respect to each other and first and second surfaces of a dielectric substrate; the strip lines are comprised of two—that is, a first and a second—strip lines, and two—that is, a first and a second—parasitic strip lines; the aforementioned first strip line and the aforementioned first parasitic strip line are provided at a position that intersects the aforementioned slot above the line of intersection of the aforementioned first symmetrical surface and the aforementioned second surface; the aforementioned second strip line and the aforementioned second parasitic strip line are provided at a position that intersects the aforementioned slot above the line of intersection of the aforementioned second symmetrical surface and the aforementioned second surface. Therefore, it is possible to obtain a slot antenna for which the connection between the first and second strip lines can be reduced by adjusting the electrical length of the aforementioned slot and which has an excellent degree of cross polarization discrimination when excited by circular polarization or two-component orthogonal polarization.

Brief description of the figures

Figure 1(a), (b) are an oblique view and a plan view showing the overall configuration of one application example of the present invention. Figure 2(a), (b) are an oblique view and a plan view showing another application example of the present invention. Figure 3 and Figure 4 are oblique views showing conventional slot antennas.

In the figures, (1), (1a) and (1b) are dielectric substrates; (2), (2a), and (2b) are ground conductor plates; (3) is a slot; (4), (4a), (4b) are strip lines; (5a), (5b) are parasitic strip lines; Q_1

is a first surface; Q_2 is a second surface; P_1 is a first symmetrical surface; P_2 is a second symmetrical surface. In addition, identical codes in the figures represent identical or corresponding components.

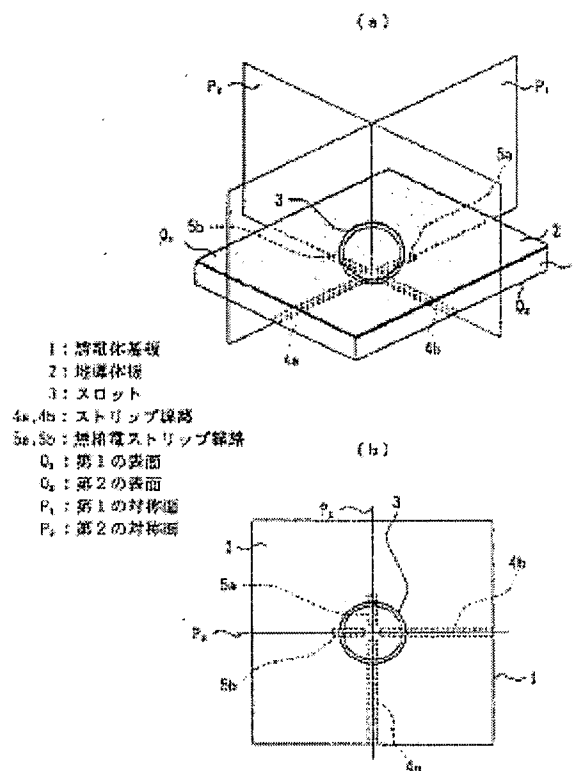


Figure 1

Legend:	1	Dielectric substrate
	2	Ground conductor plate
	3	Slot
	4a, 4b	Strip lines
	5a, 5b	Parasitic strip lines
	Q ₁	First surface
	Q ₂	Second surface
	P ₁	First symmetrical surface
	P ₂	Second symmetrical surface

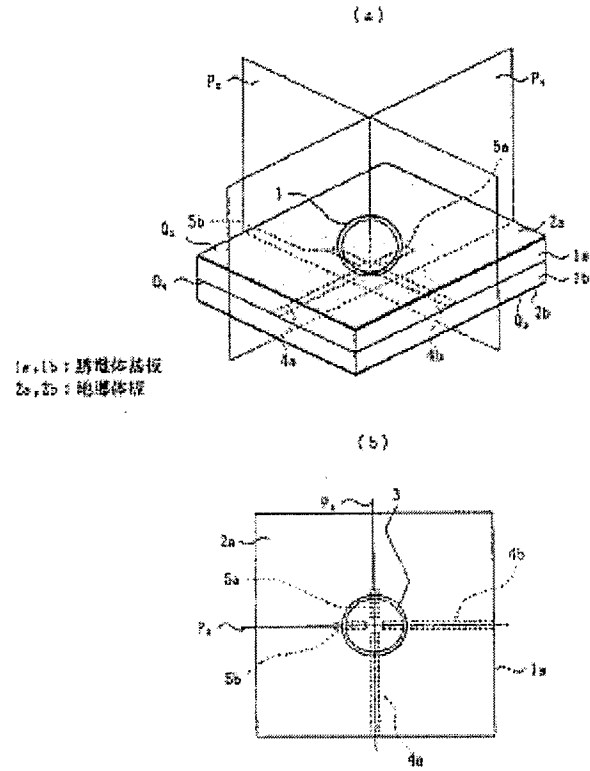


Figure 2

Legend: 1a, 1b Dielectric substrates
2a, 2b Ground conductor plates

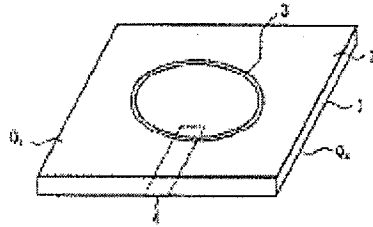


Figure 3

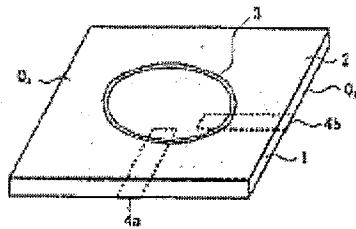


Figure 4